



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**RESPOSTAS PÓS-ECLOSÃO APÓS MANIPULAÇÃO TÉRMICA NA
INCUBAÇÃO**

HERALDO BEZERRA DE OLIVEIRA
Zootecnista

AREIA-PB
FEVEREIRO-2014

HERALDO BEZERRA DE OLIVEIRA

**RESPOSTAS PÓS-ECLOSÃO APÓS MANIPULAÇÃO TÉRMICA NA
INCUBAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr^a Patrícia Emília Naves Givisiez – Orientador Principal

Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva

Prof. Dr^a Danila Barreiro Campos

**AREIA –PB
FEVEREIRO – 2014**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

O48r Oliveira, Heraldo Bezerra.

Respostas pós-eclosão após manipulação térmica na incubação / Heraldo Bezerra de Oliveira. - Areia: UFPB/CCA, 2014.
49 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientador (a): Patrícia Emília Naves Givisiez.

Coorientadores: Edilson Paes Saraiva e Danila Barreiro Campos.

1. Avicultura 2. Estresse térmico 3. Incubação I. Givisiez, Patrícia Emília Naves (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.5(043.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: "Respostas pós eclosão após manipulação térmica na incubação"

AUTOR: Heraldo Bezerra Oliveira

ORIENTADOR: Profa. Dra. Patrícia Emília Naves Givisiez

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Patrícia Emília Naves Givisiez
Presidente

Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Denise Fontana Figueiredo-Lima
Examinadora

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra
Examinador

Universidade Federal da Paraíba

Areia, 24 de fevereiro de 2014

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

HERALDO BEZERRA DE OLIVEIRA- Nasceu em 12 de outubro de 1988 na cidade de Calçado-PE. Em agosto de 2011, tornou-se Bacharel em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns. Durante o curso, esteve envolvido em seis projetos de extensão, além de desenvolver atividades de iniciação à docência como monitor da disciplina de Nutrição de não ruminantes durante três semestres consecutivos. Em 2012, iniciou o mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba, desenvolvendo pesquisas na área de Fisiologia aviária e fisiologia do estresse, sob orientação da Professora Dr^a Patrícia Emília Naves Givisiez.

Sei que ainda falta muito para eu chegar aonde Deus quer que eu chegue.

Dia após dia, Ele vem me quebrando, me reconstruindo, me moldando...

Eu ainda não sou nem um vaso. Devo ser praticamente uma “cuinha”.

Mas sabe o que Deus tem me mostrado?

Que “cuinhas” já suportam azeite.

(Autor desconhecido)

Aos meus pais, Lúcia Oliveira e Eraldo Bezerra.

Por serem para mim concretamente sinal do Amor de Deus.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao bondoso Deus, por iluminar meu caminhar e me dar forças e coragem para prosseguir com foco durante toda a jornada;

À Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFPB) pelo suporte e apoio concedido para realização deste curso;

À professora Dr^a Patrícia Emília Naves Givisiez, pela orientação, ensinamentos, confiança e, sobretudo, pelo profissionalismo que levarei como exemplo para sempre comigo;

Aos membros do comitê de orientação, Prof. Dr^a Danila Campos e Prof. Dr. Edilson Saraiva, pelas contribuições necessárias para melhoria do trabalho. Em especial a professora Danila Campos, pela disponibilidade e por não medir esforços em repassar com riqueza de detalhes a temida técnica da PCR em tempo real;

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Em especial, a secretária do programa (madrinha Graça) pela amizade e atenção dispensada;

A capes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado;

Aos membros da minha equipe de trabalho Alexandre, Alessandra, Fátima, Maurina, Élcio, Adriano, Sabrina, Eudes, Yohana e Dariane. Por toda solidariedade, companheirismo e por assumirem o verdadeiro sentido da palavra equipe. Em especial, aos amigos e companheiros de luta Alexandre Lemos e Alessandra Reigada, pela disponibilidade em servir, pela doação e pela ajuda efetiva na condução do experimento;

A família LAPOA, por todos os momentos compartilhados. Em especial, aos professores Celso Bruno e Paulo Sérgio pelo apoio e orientações dadas e aos amigos que conquistei ao longo desses anos de convivência no laboratório: Alexandre, Silvana, Candice, Andréia, Geovania, Fátima, Gysleidy, Mauro e Denis que acrescentaram leveza à minha vida durante os percalços dessa caminhada;

Aos colegas da pós-graduação, Ana Barros, Cristina Lima, Flávio Gomes, Flávio Soares, Aurora Melo, Veruska Gomes, Luana Paula, Ana Paula, Ana Jaqueline e Clariana. Em especial, a Cristina Lima, companheira de luta e madrugadas em claro. Você é uma irmã que ganhei aqui na Paraíba;

Aos que participaram ativamente do período experimental: alunas de iniciação científica (Alessandra Reigada, Albeiza Tamara e Sabrina Hermenegildo); estagiários (Júnior

Gomes, Thaiano Souza, Erick Paiva e Kilmer Oliveira); colegas da pós-graduação (Alexandre Lemos, Cristina Lima, Danilo Cavalcante, Aurora Melo, Veruska Gomes, Fátima Andrade e Vinícius Fonseca) e aos que ajudaram nas avaliações dos vídeos de comportamento (Elivânia, Antônio, Guilherme, Silvana, Eudes e Yohana) por serem peças fundamentais na realização desta etapa, pelo convívio saudável no decorrer do experimento e, sobretudo, pela garra que todos abraçaram comigo a causa para que tudo ocorresse como programado;

Aos amigos de longas datas, Danilo Teixeira, Mariana Maciel e Messias Silva, pela amizade e companheirismo. Em especial, ao amigo e irmão Danilo Cavalcante pela força, paciência e pela ciência compartilhada antes, durante e depois das refeições;

A professora Denise Fontana e Rodrigo Lima, pelo incentivo e força que me deram para ingressar na pós-graduação. Serei eternamente grato;

Enfim, a todos que contribuíram para realização dessa conquista.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
RESUMO GERAL.....	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Estresse por calor sobre o desempenho de frangos de corte	17
2.2 Variáveis fisiológicas e comportamentais	18
2.3 Morfologia intestinal	20
2.4 Manipulação térmica na incubação	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Local	24
3.2 Parâmetros de incubação	24
3.3 Delineamento experimental e caracterização do ambiente	24
3.4 Manejo dos animais e dietas	25
3.5 Avaliação das medidas de desempenho.....	25
3.5 Avaliação da mucosa jejunal.....	25
3.6 Análise comportamental e variáveis fisiológicas	26
3.7 Análise estatística	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5. CONCLUSÕES	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Padrões comportamentais avaliados	27
Tabela 2. Características de incubabilidade de ovos incubados em diferentes temperaturas	28
Tabela 3. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte nas diferentes fases e no período total de criação, submetidos ou não a estresse por calor durante a incubação e a criação. Cada valor representa média \pm desvio padrão de 3 repetições por tratamento	31
Tabela 4. Altura de vilosidade (AV, μm), profundidade de cripta (PC, μm) e relação vilosidade:cripta (V:C, $\mu\text{m}/\mu\text{m}$) no jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos ou não a estresse por calor durante a incubação	33
Tabela 5. Altura de vilosidade (AV, μm), profundidade de cripta (PC, μm) e relação vilosidade:cripta (V:C, $\mu\text{m}/\mu\text{m}$) no jejuno de frangos de corte aos 28, 35 e 42 dias submetidos a estresse por calor durante a incubação e a criação	34
Tabela 6. Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) cloacal (CLO), cabeça (CAB), pescoço (PESC), dorso (DOR), perna (PER) e de asa (ASA), e frequência respiratória (movimentos/min) de frangos de corte no período de 21 a 42 dias, submetidos ou não a estresse térmico na incubação e criação	37
Tabela 7. Comportamento ingestivo, termorregulatório e social de frangos de corte submetidos ou não a estresse térmico na criação e na incubação	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ganho de peso (g) de frangos de corte de 21 aos 42 dias submetidos ou não a estresse por calor na incubação e criação	29
--	----

RESUMO GERAL

OLIVEIRA, H.B. **Respostas pós-eclosão após manipulação térmica na incubação.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. UFPB. Areia-PB. Orientador: Prof^a. Dr^a. Patrícia Emília Naves Givisiez.

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito do estresse térmico embrionário sobre o desempenho, a integridade intestinal, as variáveis fisiológicas e comportamentais de frangos de corte submetidos ou não a estresse térmico pós-eclosão. Foram incubados em duas incubadoras artificiais 160 ovos de matrizes da linhagem Cobb 500 à temperatura usual (37,7 °C) até o décimo primeiro dia de incubação. No décimo primeiro dia, uma das incubadoras teve sua temperatura de incubação alterada para simular condição de estresse térmico contínuo por calor (38,7 °C). À eclosão, 48 aves por tratamento foram selecionadas, distribuídas e mantidas em condições de termoneutralidade em duas salas climáticas, cada sala possuía 6 boxes sendo 3 boxes por tratamento de incubação. Aos 21 dias de idade, uma das salas teve sua temperatura ajustada para 33°C, proporcionando uma condição de estresse por calor para os animais. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, sendo duas temperaturas de incubação (37,7°C e 38,7°C) e duas temperaturas de criação (25°C e 33°C). Os dados referentes aos parâmetros de desempenho, morfometria de jejuno e variáveis fisiológicas foram submetidos à ANOVA e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo método de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises comportamentais, as variáveis foram submetidas à análise de variância pelo procedimento GENMOD e as médias comparadas pelo teste do qui-quadrado a 5% de probabilidade. O estresse térmico durante a embriogênese exerceu influência positiva sobre os parâmetros de incubação, peso dos pintainhos nascidos e induziu a adaptações nas variáveis fisiológicas e nos parâmetros morfométricos da mucosa intestinal quando submetidos a estresse pós-eclosão, com pouca alteração no comportamento das aves e sem interferência no desempenho.

Palavras-chave: termotolerância, incubação, estresse embrionário

ABSTRACT

This study assessed the effects of heat stress during incubation on performance, intestinal morphology, physiological variables and behaviour of broilers submitted or not to heat stress post-hatch. Fertile Cobb 500 eggs were placed in two artificial incubators at 37.7°C until 11 days of incubation. Afterwards, the temperature of one incubator was changed to 37.8°C (high temperature). At hatch, 48 birds per treatment were distributed into two climatic rooms under thermoneutral conditions; 3 boxes were used per incubation treatment in each room. At 21 days of age (d), the temperature of one room was adjusted to 33°C (heat stress). A completely randomized design was used and birds were distributed according to a 2x2 factorial arrangement (two incubation temperatures, 37.7°C and 38.7°C; two rearing temperatures (25°C and 33°C). Data of performance, jejunum morphology and physiological parameters were submitted to ANOVA and different means were separated by Tukey test. Behaviour variables were analyzed using GENMODE and means compared by chi-square at 5% of probability. Thermal manipulation during incubation positively affected incubation parameters and one-day-old chicks and changed physiological parameters and jejunum morphology when birds were submitted to post-hatch heat stress. There was no effect of incubation temperature on behaviour or post-hatch performance.

Keywords: embryo stress, incubation, thermotolerance

1. INTRODUÇÃO

As linhagens de frangos de corte modernas resultam de diversos programas de melhoramento genético. A estes animais é conferido acelerado desenvolvimento corporal com intensa taxa de crescimento muscular, o que resulta em elevada produção de calor endógeno. A capacidade termorregulatória das aves é limitada, tornando-os susceptíveis a condições muito elevadas de temperatura e ocorrendo perdas significativas no desempenho).

Os efeitos do estresse térmico sobre o desempenho dos animais já estão bem esclarecidos, sendo observada, como primeira resposta do animal, a diminuição da ingestão alimentar na tentativa de diminuir a produção do calor endógeno. Além disso, o animal gasta energia para dissipar o calor metabólico no intuito de manter a homeotermia, apresentando interferência direta sobre a eficiência alimentar (Cotrim, 2010).

O organismo animal submetido a um agente estressor lança mão de mecanismos de defesa no intuito de evitar danos a sua integridade. Durante o estresse crônico, ocorre ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, com consequentes alterações no sistema imune, aumentando a susceptibilidade a doenças infecciosas (Cotrim, 2010). Os níveis elevados de corticosterona na corrente sanguínea alteram o “*turnover*” proteico e aumentam a gliconeogênese hepática como estratégia para produção e mobilização de glicose para manutenção da homeotermia. O resultado observado é menor deposição de proteína muscular (Virden & Kidd, 2009).

O comprometimento do desempenho animal pode ainda ser atribuído a alterações na morfologia intestinal, tais como maturação celular insuficiente e interferência na manutenção de sua integridade, resultando em utilização menos eficiente dos nutrientes, o que contribui para o aumento significativo dos custos de produção (Barri, 2008). Neste sentido, muitas pesquisas têm avaliado técnicas de manejo e nutricionais como forma de amenizar os efeitos deletérios do estresse térmico sobre a produção, de modo a evitar prejuízos ocasionados pela baixa produtividade.

Uma prática que vêm sendo largamente estudada é a termotolerância. Tratam-se de adaptações epigenéticas ocasionadas durante o período de incubação, buscando diminuir o impacto do estresse térmico causado no período pós-eclosão (Willemsen et al., 2010). Segundo Figueiredo (2006), as células possuem capacidade de sobreviver a, ou se recuperar de, determinada condição de estresse após exposição a estresse

moderado durante o período de incubação. A conjugação de fatores favoráveis extrínsecos (técnicas de manejo e nutrição) e intrínsecos (termotolerância, melhor integridade intestinal) provavelmente possibilitaria respostas mais efetivas, evitando-se perdas na produção.

No entanto, por ser uma área de estudos relativamente nova, existem controvérsias dos seus efeitos sobre a eclosão e o desempenho pós-eclosão. Uma forma interessante de verificar a resistência dos animais a condições de estresse térmico é por meio da avaliação das variáveis fisiológicas e comportamentais, pois são fatores que apresentam respostas imediatas em situação de estresse calórico. Quando em estresse, a ave apresenta mudanças nas normas de conduta como estratégia para manutenção da homeostasia; tais mudanças incluem alterações no comportamento ingestivo, social e termorregulatório. Além disso, o aumento da temperatura corporal pode ser indício de menor tolerância ao calor (Marchini et al., 2007).

Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito do estresse térmico embrionário sobre o desempenho, integridade intestinal, variáveis fisiológicas e comportamentais de frangos de corte submetidos ou não a estresse térmico pós-eclosão.

2. REFERENCIAL TÉORICO

2.1 Estresse por calor sobre o desempenho de frangos de corte

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, animais que possuem a capacidade de manter sua temperatura corporal independente da temperatura ambiental. Desse modo, o desempenho destes animais está relacionado com as condições ambientais às quais estão submetidos, pois temperaturas elevadas durante a criação dificultam o uso eficiente dos mecanismos de troca de calor, desencadeando um processo de estresse, resultando em gasto de energia para dissipar o excesso de calor corporal produzido.

Os efeitos negativos do estresse por calor sobre o desempenho das aves já está bem elucidado. Como primeira resposta dos animais ao calor, há redução no consumo de ração que, por consequência, apresenta influência negativa sobre o ganho de peso, eficiência alimentar e composição da carcaça (Oliveira et al., 2006). A redução na ingestão de alimentos é um mecanismo fisiológico que estes animais utilizam na tentativa de diminuir o incremento calórico produzido durante os processos de digestão e absorção de nutrientes. Além disso, há gastos significativos de energia para manutenção da homeotermia e menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Abu-Dieyeh, 2006; Lin et al., 2006). Durante o estresse, todas as funções biológicas são afetadas, incluindo reprodução, metabolismo, comportamento e imunocompetência com interferência direta na produção (Hardy et al., 2005).

Para permitir a dissipação do calor gerado pelo metabolismo, a temperatura ambiente deve ser menor que a temperatura corporal. A faixa de temperatura ideal, também chamada de zona de conforto térmico, varia de acordo com a constituição genética, idade, sexo, tamanho corporal, peso, dieta, estado fisiológico, exposição prévia ao calor e as condições climáticas às quais os animais estão submetidos. A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, em que as aves encontram perfeitas condições para expressar suas melhores características produtivas. Quando os animais encontram-se fora da zona de conforto, ocorrem alterações metabólicas no organismo com aumento nos gastos energéticos para manutenção da homeotermia (Nazareno et al., 2009).

Estudos foram desenvolvidos para verificar os efeitos do estresse cíclico (Marchini et al., 2009) e crônico (Oliveira Neto et al., 2000; Oliveira et al. 2006; Quinteiro-Filho et al., 2010). Os resultados mostram redução no consumo de ração e no

ganho de peso com piora na eficiência alimentar, embora em menor intensidade nos estudos com estresse cíclico.

Oliveira et al. (2006) estudaram o efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias e verificaram que houve redução de 21,3% no ganho de peso das aves mantidas em ambiente de estresse por calor quando comparadas com as aves mantidas em ambiente termoneutro. Observaram ainda que temperaturas acima de 26,3°C influenciaram negativamente o peso absoluto de peito, coxa e carcaça. De modo semelhante, Oliveira Neto et al. (2000) observaram redução de 16% no ganho de peso e piora de 19% da conversão alimentar das aves mantidas sob temperatura de 32,3 °C no período de 21 a 42 dias de idade.

É importante levar em consideração a intensidade e duração do estresse, pois quanto maior o tempo de exposição dos animais a agentes estressores, maior será o comprometimento no ganho de peso, justificado pela maior exigência energética para manutenção da homeostasia (Quinteiro-Filho et al., 2010). Portanto, para a obtenção de desempenho produtivo elevado deve-se dedicar atenção para a interação animal/ambiente e manejar os animais adequadamente para evitar efeitos negativos, de forma que os custos energéticos dos ajustes fisiológicos sejam os menores possíveis.

2.2 Variáveis fisiológicas e comportamentais

As aves, por serem animais homeotérmicos, apresentam sensibilidade aos extremos de temperaturas. Para regulação da temperatura corporal, fazem uso de mecanismos fisiológicos e comportamentais que, embora sejam essenciais na homeotermia, comprometem as características produtivas. A resposta ao estresse se dá por meio da interação múltipla de tipos hormonais como tentativa de manutenção da homeostasia corporal (Figueiredo, 2006).

A exposição ao estresse durante períodos prolongados resultam na ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), que estimula o hipotálamo a produzir o fator liberador de corticotrofina. A hipófise, sob ação desse hormônio, libera o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). O ACTH tem atuação direta nas adrenais, estimulando a secreção de corticosterona, que tem efeito na resposta imune e provoca alterações metabólicas, como maior oxidação da glicose e maior intensificação do processo de gliconeogênese hepática para aumentar os níveis de glicose circulante, que na ocasião do estresse encontram-se baixos na corrente sanguínea (Virden & Kidd, 2009).

Os hormônios tireoidianos, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), apresentam relação direta com a temperatura ambiental, ocorrendo alteração dos níveis plasmáticos destes hormônios quando a temperatura ambiente encontra-se fora da zona de termoneutralidade das aves (Dahlke et al., 2005). Temperaturas baixas promovem aumento de T3 e T4, já temperaturas altas reduzem os níveis hormonais com consequente diminuição do metabolismo (Kataria et al., 2008). Dahlke et al. (2005) avaliaram o efeito de diferentes temperaturas sobre os hormônios tireoidianos de frangos de corte aos 21, 35 e 42 dias e verificaram aumento na concentração de T3 e T4 em aves mantidas em temperaturas frias e o inverso quando submetidos a temperaturas altas. A diminuição do metabolismo é, portanto, uma estratégia fisiológica de reduzir a produção de calor endógeno.

Quando em estresse por calor, as aves respondem aumentando a temperatura superficial do corpo com maior dilatação periférica dos vasos como forma de dissipar o calor de forma mais eficiente, resultando em perda de calor não evaporativo (Borges et al., 2003). A perda de calor sensível ocorre principalmente nas áreas externas mais vascularizadas e sem penas, como crista e barbeta, o que facilita a troca de calor por convecção (Silva et al., 2003). Para Silva et al. (2007), os parâmetros de temperatura corporal tendem a apresentar maiores médias à medida que aumenta o tempo de exposição as aves a alguma situação de estresse.

Os autores ainda mencionam a relação existente entre a intensidade do estresse por calor e o aumento do ritmo respiratório (Silva et al., 2007). O aumento da frequência respiratória tem participação na manutenção da homeotermia através da perda de calor por evaporação (Marchini et al., 2007). No entanto, tal estratégia, embora fundamental na perda de calor, resulta na dissipação excessiva de dióxido de carbono, que pode levar a quadros de desordens metabólicas como a alcalose respiratória (Matos et al., 2009). Esta desordem metabólica ocorre quando há perdas excessivas de dióxido de carbono, ácido carbônico e hidrogênio levando a alteração do equilíbrio ácido-básico da ave (Borges et al., 2003).

As mudanças nas normas de conduta são ainda estratégias para manutenção da homeostasia, tais alterações influenciam no comportamento ingestivo, social e termorregulatório. Além disso, o aumento da temperatura corporal pode ser indício de menor tolerância ao calor (Marchini et al., 2007). No entanto, em estresse prolongado, tais modificações comportamentais são ineficientes, com prejuízos diretos na eficiência produtiva.

Alteração no comportamento ingestivo é uma das respostas imediatas que ocorrem durante o estresse térmico em aves. Nääs et al. (2012) analisaram o comportamento de frangos de corte por meio de imagens e verificaram que aves criadas em ambiente termoneutro passam mais tempo na área do comedouro e as aves mantidas em condições de estresse térmico passam maior parte do tempo na área dos bebedouros. A diminuição da ingestão alimentar é uma estratégia comportamental para diminuir a produção de calor endógeno. Além disso, quando em altas temperaturas, as aves aumentam o consumo de água como forma de resfriar o corpo (Mack et al., 2013). Observa-se ainda alterações no comportamento social e termorregulatório como uma das respostas fisiológicas compensatórias das aves para aumentar a perda de calor não evaporativo (Borges et al., 2003).

2.3 Morfologia intestinal

A mucosa intestinal apresenta pregas microscópicas denominadas vilosidades que são revestidas por epitélio simples constituído por células caliciformes, enterócitos e células enteroendócrinas, que apresentam funções distintas. As células caliciformes são responsáveis pela proteção da mucosa, os enterócitos exercem funções na digestão e absorção de nutrientes e as células enteroendócrinas são responsáveis pelo controle hormonal do intestino. Essas células regulam a entrada de nutrientes provenientes da ingesta e protegem a mucosa intestinal contra agentes nocivos presentes no lúmen (Maiorka et al., 2000; Boleli et al., 2002).

O desenvolvimento do epitélio intestinal está diretamente relacionado com a taxa de perda das células (extrusão) e renovação celular (proliferação e diferenciação). O equilíbrio entre esses dois eventos citológicos é que determina a renovação celular constante com manutenção no tamanho dos vilos e sua integridade (Boleli et al., 2002). Considera-se que o número de enterócitos, assim como altura, número de microvilos e estruturas da membrana determinam a dimensão da superfície de digestão e absorção intestinal. A estrutura da membrana está relacionada com a capacidade funcional do trato gastrointestinal que ocorre por aumento na produção das enzimas digestivas, bem como de transportadores de membrana (Maiorka et al., 2002).

Após a eclosão, ocorre maturação fisiológica do trato gastrointestinal com aumento da produção de enzimas digestivas pancreáticas e de membrana, e da expressão de transportadores intestinais, proporcionando aumento na capacidade de digestão e absorção (Maiorka et al., 2002).

O desenvolvimento da mucosa intestinal é dependente da ação de agentes tróficos que estimulam o processo mitótico, aumentando o número de células e o tamanho dos vilos (Maiorka et al., 2002). A presença do alimento no trato gastrointestinal é o principal fator trófico para o desenvolvimento do intestino e a atividade das enzimas responsáveis pelo processo de digestão, promovendo alterações na maturação funcional com aumento no peso relativo dos intestinos, na taxa de proliferação, superfície de digestão e absorção, e no número de células do epitélio intestinal. Assim, as características químicas dos nutrientes parecem ser o estímulo primário para o desenvolvimento da mucosa (Maiorka et al., 2002).

Maiorka et al. (2003) estudaram o efeito da privação de água e alimentos sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal em frangos de corte e observaram que a falta de alimentação ou água logo após a eclosão afetam negativamente a morfologia do trato gastrointestinal. De fato, quando os animais são submetidos a algum tipo de restrição ou a estresse por calor, apresentam menor altura de vilosidade quando comparados aos animais em situação de termoneutralidade e sem restrição, demonstrando que a alta temperatura e a redução do alimento na mucosa são fatores determinantes e fundamentais para o desenvolvimento morfométrico da mucosa intestinal (Piva, 2008).

A morfologia intestinal é comprometida em condições de estresse e a capacidade de absorção dos nutrientes afetada por alterações das propriedades funcionais dos transportadores de nutrientes presentes na borda em escova e na membrana basolateral (Li et al., 2009). Durante o estresse, observa-se menor aproveitamento dos nutrientes em decorrência do maior comprometimento dos mecanismos de digestão e absorção (Garriga et al.; 2006; Cordeiro et al.; 2010), pois aumentam os gastos nutricionais e energéticos para a manutenção da mucosa intestinal, reduzindo a disponibilidade de energia para o desenvolvimento da massa muscular (Thimotheo et al., 2013).

Li et al. (2009) avaliaram o efeito do estresse simulado por dexametasona em frangos de corte e observaram que, com o aumento da intensidade do estresse, há comprometimento da morfologia intestinal com aumento da profundidade de criptas e diminuição da altura de vilosidades e relação vilo:cripta. De modo semelhante, Marchini et al. (2009) estudaram o efeito da temperatura ambiente cíclica elevada sobre a morfometria da mucosa duodenal e peso corporal de frangos de corte e verificaram efeito maléfico da alta temperatura sobre a estrutura da mucosa duodenal e redução de aproximadamente 7% do peso corporal no final do ciclo produtivo.

Desse modo, é necessário entender a dinâmica celular intestinal para que haja melhor eficiência na produção animal, pois a maior produtividade está diretamente envolvida com boa integridade morfofuncional dos tipos distintos de células que compõem o sistema digestório.

2.4 Manipulação térmica na incubação

Devido à intensa seleção genética e consequente redução na idade de abate, a incubação artificial passou a representar um terço do ciclo de vida da ave e, portanto, deve ser considerada uma das etapas mais importantes e decisivas para o máximo desempenho produtivo no período pós-eclosão. Desse modo, é importante levar em consideração todos os fatores, sejam eles referentes ao processo de pré-incubação ou aos requisitos físicos durante a incubação que exercem influência direta sobre o desenvolvimento do embrião (Decuypere et al., 2003). Isso porque a qualidade do pintainho pode ser influenciada por fatores de pré-incubação no que diz respeito às características do ovo, e pode ainda ser influenciada por fatores de incubação que diz respeito ao desenvolvimento do embrião (Barri, 2008).

De acordo com Decuypere et al. (2003), os fatores físicos para o sucesso da incubação são: temperatura, umidade relativa, ventilação, posição e viragem dos ovos, sendo a temperatura o fator ambiental mais importante e crítico que afeta a incubação, pois apresenta interferência direta sobre o desenvolvimento embrionário (Lourens et al., 2005; Willemsen et al., 2010), eclodibilidade (Barri, 2008), qualidade dos pintainhos e desempenho produtivo das aves (Tzschentke et al., 2010).

Durante o desenvolvimento embrionário, a produção de calor metabólico do embrião aumenta consideravelmente. Na primeira metade do período de incubação, fase caracterizada pela diferenciação tecidual e morfogênese, a produção de calor do embrião é baixa e, portanto, os ovos dependem exclusivamente da energia do ambiente e os embriões são mais sensíveis a baixas temperaturas. A segunda metade do desenvolvimento embrionário é caracterizada pelo crescimento tecidual e a produção de calor do embrião é muito alta, portanto, os embriões passam a transferir calor para o ambiente, apresentando sensibilidade a temperaturas elevadas (Scala Júnior et al., 2003).

As condições mínimas ideais para o bom desenvolvimento embrionário são temperatura de 37,7 °C e umidade relativa do ar em torno de 60%. Temperaturas elevadas tendem a acelerar o desenvolvimento embrionário, enquanto que temperaturas

muito baixas retardam o desenvolvimento (Willemsen et al., 2010). Barri (2008) ainda menciona que temperaturas elevadas durante o desenvolvimento embrionário podem ter efeitos prejudiciais sobre a organogênese embrionária e viabilidade. A alteração da temperatura é encarada como uma situação de estresse, expondo os embriões a hormônios que promovem maturação e alteração permanente dos eixos hipotálamo-hipófise-adrenal e hipotálamo-hipófise-tireóide (Lay Jr., 2000; Piestun et al., 2008).

No entanto, vários autores vêm sugerindo a manipulação da temperatura de incubação em determinadas fases do desenvolvimento embrionário como ferramenta para induzir adaptações epigenéticas no embrião, incluindo alterações no controle e funções fisiológicas do corpo, e resultando em melhor adaptação e termotolerância pós-eclosão (Walstra et al., 2010; Willemsen et al., 2010).

Piestun et al. (2008) estudaram o efeito da manipulação térmica na incubação sobre o desenvolvimento e maturação dos eixos hipotálamo-hipófise-adrenal e hipotálamo-hipófise-tireóide em embriões de frangos de corte e observaram que os animais que receberam a manipulação térmica na incubação apresentaram redução na concentração plasmática de T3 e T4 quando comparado com o grupo controle. Além disso, a concentração de corticosterona pós-eclosão aumentou em todos os tratamentos, sendo significativamente menor nos grupos experimentais que receberam a manipulação térmica na incubação.

Muitos autores têm relacionado a aquisição de tolerância ao calor com o aumento da expressão de proteínas do choque térmico (HSPs), especialmente a HSP70 (Dionello et al., 2002; Givisiez et al., 2003). Em condições de estresse, o aumento da HSPs confere maior proteção das proteínas pré-existentes contra a desnaturação (Figueiredo, 2006). Além disso, a síntese de HSPs durante o estresse é bem rápida, caracterizando esta resposta como emergencial. Boleli (2002) confirma a hipótese de que o aumento na expressão de HSPs faculta aos animais maior tolerância ao calor quando comparados aos animais que apresentam ausência de ou baixa expressão.

Desse modo, temperaturas elevadas durante a incubação têm se mostrado eficientes por estimular o desenvolvimento das funções fisiológicas e, assim, aumentar a adaptabilidade de frangos de corte às mudanças ambientais. No entanto, como afirma Willemsen et al. (2010), se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre termotolerância para estabelecer o período, a duração e amplitude da manipulação da temperatura de incubação como forma de promover a adaptação epigenética.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A incubação e análises laboratoriais foram conduzidas no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado na cidade de Areia-PB. O período de criação foi conduzido em duas salas climáticas pertencente ao Setor de Avicultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Bananeiras-PB.

3.2 Parâmetros de incubação

Foram utilizados 160 ovos férteis, provenientes de matrizes Cobb 500 com 58 semanas e com peso médio de $70,3g \pm 3,9g$. Os ovos foram pesados individualmente e distribuídos de maneira uniforme em duas incubadoras artificiais (Premium Ecológica Ltda.), com umidade relativa de 60% e viragem automática a cada hora. Todos os ovos foram mantidos continuamente à temperatura de $37,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o décimo primeiro dia de incubação, quando foi realizada a ovoscopia para eliminar embriões mortos e ovos não fecundados. No décimo primeiro dia, cada incubadora passou a representar os tratamentos experimentais: grupo controle (temperatura de incubação igual a $37,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) e estresse por calor constante (temperatura de incubação igual a $38,7\text{ }^{\circ}\text{C}$).

A mortalidade embrionária e a eclodibilidade foram avaliadas, considerando-se esta última em relação ao total de ovos incubados e ao total de ovos férteis (eclodibilidade fértil). Após a eclosão, os pintainhos foram pesados individualmente.

3.3 Delineamento experimental e caracterização do ambiente

Após a eclosão, foram selecionadas 48 pintainhos por tratamento com peso médio $52,02 \pm 3,43$, e em seguida foram distribuídos em duas salas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×2 (duas temperaturas de incubação e duas temperaturas de criação).

Cada sala experimental possuía 6 boxes com 8 animais cada, sendo 3 boxes por tratamento de incubação. Os boxes foram construídos de arame galvanizado, possuindo uma área de 1 m^2 por 1 metro de altura. O material utilizado para cama foi raspa de madeira. As aves foram criadas até o vigésimo dia em condições de termoneutralidade

e, a partir deste período, uma das salas teve sua temperatura ajustada para 33 °C, proporcionando uma condição de estresse por calor para os animais.

3.4 Manejo dos animais e dietas

Os animais receberam água e ração à vontade, por meio de comedouros e bebedouros recomendados para cada fase de desenvolvimento. O manejo foi realizado três vezes ao dia durante todo período experimental. Foi utilizada iluminação artificial por 24 horas. Todas as aves foram vacinadas contra doença de Marek no primeiro dia de vida, contra doença de Newcastle no 7º dia de vida e contra doença de Gumboro e bronquite infecciosa no 14º dia, seguindo as recomendações do fabricante.

As dietas foram formuladas de acordo com Rostagno et al. (2011) seguindo as recomendações nutricionais para cada fase: inicial (1-7 dias), crescimento I (8-21 dias), crescimento II (22-35 dias) e final (36-42 dias).

3.5 Avaliação das medidas de desempenho

Foram avaliados o peso vivo (g), ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave), conversão alimentar (g/g). O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras, pesadas no início e final do experimento. Para obter-se o peso final, o ganho de peso e a conversão alimentar, as aves foram pesadas ao final de cada fase, sendo o peso total dividido pelo número de animais vivos na parcela. Para efeito de correção de conversão alimentar, as aves mortas foram pesadas, assim como, as sobras de ração, como metodologia descrita por Sakomura & Rostagno (2007).

3.6 Avaliação da mucosa jejunal

Aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade, 3 aves de cada tratamento foram abatidas por deslocamento cervical e fragmentos de aproximadamente 3 cm de comprimento foram colhidos na região média do jejuno e armazenados em coletores universais contendo formol a 10%. Após fixação por 24 horas, as amostras foram desidratadas em série crescente de álcoois (70%, 80%, 90%, 100%), permanecendo 1 hora em cada solução. Em seguida, foram diafanizadas pela imersão dos tecidos em dois banhos de xilol, durante uma hora em cada solução.

Após a diafanização, foi realizada a infiltração das amostras por duas vezes em parafina líquida a 72 °C com duração de 1 hora cada, seguido de inclusão em parafina.

Após o processo de inclusão, o tecido foi cortado transversalmente através do micrótomo (Zeiss) a uma espessura de 5µm, os cortes foram transferidos para banho-maria a 37 °C e estendidos em lâminas. Foram confeccionadas duas lâminas por bloco (amostra) contendo 5 a 7 cortes semi-seriados, corodas com hematoxilina e eosina. As lâminas foram então seladas utilizando lamínulas e bálsamo do Canadá. Posteriormente, foram levadas ao microscópio, e foram obtidas micrografias utilizando-se câmera digital acoplada a microscópio, com zoom de 1.7 e objetiva de 4 X.

O estudo morfométrico foi realizado utilizando software de análise de imagens (Image J). Foram realizadas 20 leituras para altura de vilosidade e profundidade de cripta. A partir da média da altura de vilosidade e profundidade de cripta, foi calculada a relação vilosidade:cripta (V:C).

3.7 Análise comportamental e variáveis fisiológicas

A análise comportamental foi realizada aos 41 dias de idade, utilizando-se 4 aves de cada tratamento identificadas por meio de sistema de marcação individual (pintura do dorso e cabeça com tinta atóxica e cores diferentes). As avaliações comportamentais foram realizadas por meio de filmagens durante três horas em diferentes períodos do dia (6 às 9; 12 às 15 e 18 às 21), utilizando-se câmeras e software de vídeo (AVS vídeo). Para mensuração dos eventos e estados comportamentais, descritos na Tabela 3, foi utilizado o software Etholog 2.2 (Ottoni, 2000).

Os parâmetros fisiológicos foram avaliados na segunda e terceira semana do período experimental, através das mensurações da temperatura cloacal (TCLO) e as temperaturas de superfície: temperatura da cabeça (TCAB), temperatura do pescoço (TPESC), temperatura do dorso (TDOR), temperatura da perna (TPER) e temperatura da asa (TASA). Cada variável foi avaliada às 09h e às 15h, utilizando-se 12 aves por tratamento em cada semana avaliada. Na medição da temperatura cloacal, foi utilizado o termômetro de termistor, Digi-sensi, com $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ de precisão, introduzido na cloaca das aves, por um minuto.

As temperaturas de superfície foram obtidas por meio de um termômetro de mira à laser de superfície infravermelho Rayger ST6, com $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de precisão, o qual foi direcionado para as regiões específicas em uma distância perpendicular de 20 cm das aves.

A frequência respiratória foi obtida por meio da contagem dos movimentos respiratórios do animal durante 15 segundos, sendo este resultado multiplicado por quatro, de modo a obter o número de movimentos respiratórios por minuto.

Tabela 1. Padrões comportamentais avaliados

COMPORTAMENTO INGESTIVO		
Variável	Unidade	Descrição
Ingestão de ração	Tempo (min)	Tempo de permanência no comedouro
Ingestão de ração	Frequência (n)	Número de visitas ao comedouro
Ingestão de água	Frequência (n)	Frequência de visitas ao bebedouro
COMPORTAMENTO TERMORREGULATORIO		
Em pé	Tempo (min)	Tempo de permanência em pé
Deitado 1	Tempo (min)	Tempo de permanência deitado sobre os dois membros
Deitado 2	Tempo (min)	Tempo de permanência deitado sobre os dois membros com as asas abertas
COMPORTAMENTO SOCIAL E OUTROS		
Agressividade	Frequência (n)	Comportamento relacionado com o estabelecimento de dominância no grupo ou a condições de estresse, sendo geralmente caracterizado por bicadas rápidas e fortes em locais como a crista e outras partes da cabeça de outras aves.
Investigar penas	Frequência (n)	Ato de investigar suas próprias penas com o bico ou as penas de outras aves.
Explorar ambiente	Frequência (n)	Ato de caminhar pelo ambiente sem exercer qualquer atividade.
Isolamento	Frequência (n)	Ato de se afastar de outras aves.
Bicar objetos	Frequência (n)	Ato de bicar a cama ou as laterais do box.

3.8 Análise estatística

Os dados referentes à incubação e às características dos pintainhos foram analisados por estatística descritiva considerando os dois tratamentos de incubação. Os dados de desempenho e variáveis fisiológicas foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, com duas temperaturas de incubação (37,7 °C e 38,7 °C) e duas temperaturas pós-eclosão (25 °C e 33 °C), submetidos à análise de variância no programa estatístico Assistat (UFCEG, 2011). As médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as análises comportamentais, utilizou-se o software estatístico SAS (2011). As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo procedimento GENMOD, com distribuição binomial negativa para variáveis classificadas como estado e

distribuição de Poisson para os eventos comportamentais. Médias significativas foram comparadas pelo teste do qui-quadrado a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eclodibilidade fértil foi maior no tratamento que recebeu a manipulação térmica durante a incubação (83,3%) quando comparado ao grupo controle (76,5%). Além disso, o peso dos pintainhos e a relação peso dos pintainhos/peso dos ovos apresentaram maiores médias no grupo que recebeu condicionamento térmico durante a incubação (Tabela 2). Os resultados corroboram dados de Yahav et al. (2004), Givisiez et al. (2003), Colin et al. (2007) e Walstra et al. (2010) que observaram maior eclodibilidade e maior peso quando a temperatura usual de incubação foi manipulada. Por outro lado, Lourens et al. (2005) e Molenaar et al. (2013) afirmam que alta temperatura de incubação prejudica o desenvolvimento embrionário, com consequente diminuição da eclodibilidade, redução do crescimento pós-eclosão, aumento da mortalidade embrionária e comprometimento na utilização da gema residual. A divergência de resultados é atribuída a diferentes delineamentos utilizados com temperaturas mais elevadas e com estresse cíclico.

Tabela 2. Características de incubabilidade de ovos incubados em diferentes temperaturas

Variáveis	Incubadora 1 (37,7 °C)	Incubadora 2 (38,7 °C)
Ovos Incubados	80	80
Peso dos ovos (g)	71,27 ± 3,81	71,01 ± 4,09
Ovos férteis	68	66
Ovos claros	12	14
Mortos 1 – 7 dias	4	5
Mortos 7 – 15 dias	2	0
Mortos 15 – 21 dias	10	6
Eclodibilidade total (%)	65 (52/80)	68,8 (55/80)
Eclodibilidade fértil (%)	76,5 (52/68)	83,3 (55/66)
Ovos não eclodidos	28	25
Mortos pós-eclosão	1	2
Pintainhos vivos	51	53
Peso pintainhos (g)	50,75 ± 4,04	51,29 ± 2,82
Peso pintainho/peso ovos (%)	71,21	72,23

O aumento do peso dos pintinhos é indicativo de maior utilização da gema residual, o que terá interferência direta sobre toda vida produtiva da ave. Segundo Hamdy et al. (1991), a velocidade de absorção do saco vitelino está diretamente relacionada com os níveis do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Na ocasião da eclosão, os níveis de ACTH tendem a se elevar e a permanência elevada deste hormônio irá reduzir a velocidade de absorção do saco vitelino, levando a quadros de má absorção da gema. Piestun et al. (2008), ao estudarem o efeito da manipulação térmica na incubação sobre o desenvolvimento e maturação dos eixos hipotálamo-hipófise-adrenal e hipotálamo-hipófise-tireóide, verificaram que animais que receberam tratamento térmico na incubação apresentaram redução na concentração plasmática de corticosterona e dos hormônios tireoidianos, evidenciando o potencial das aves em suportarem ao estresse térmico na idade adulta. De modo semelhante, Yahav et al. (2004) observaram níveis reduzidos de corticosterona aos 3 dias de idade em pintos de corte submetidos a estresse na incubação. Nesse contexto, o maior peso observado nos animais da incubadora que recebeu o tratamento térmico poderia ser atribuído aos níveis reduzidos de ACTH, com consequente aumento na utilização da gema residual.

A manipulação da temperatura de incubação não exerceu efeito ($p>0,05$) sobre o peso vivo das aves em nenhuma das idades avaliadas (Figura 1). No entanto, independente do tratamento de incubação e em todas as idades estudadas, os animais submetidos ao estresse durante a criação apresentaram redução no peso vivo quando comparados com os animais mantidos em condições de termoneutralidade. Para Porto (2012), durante o estresse, a diminuição do peso vivo é atribuída ao desvio da energia que seria utilizada para o desenvolvimento para manter a homeotermia, prejudicando o desempenho dos animais.

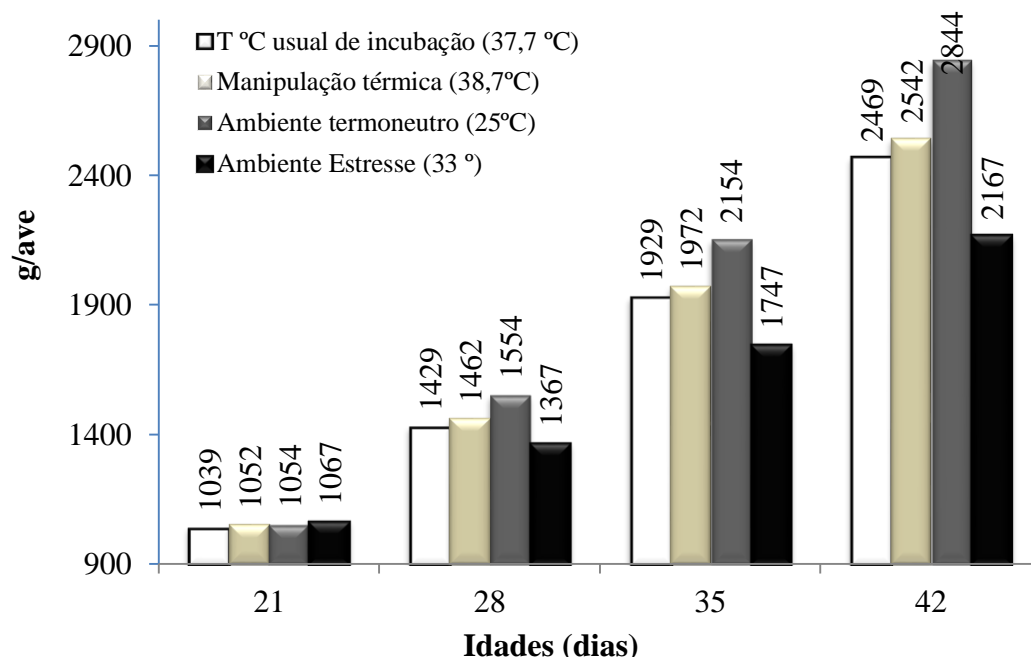


Figura 1. Peso Vivo (PV, g/ave) de frangos de corte de 21 aos 42 dias submetidos ou não a estresse por calor na incubação e criação

Os resultados de desempenho de frangos de corte nas diferentes fases de criação estão apresentados na Tabela 3. Em todas as idades avaliadas, não houve interação ($p>0,05$) dos fatores estudados para as variáveis de desempenho.

A manipulação térmica durante a incubação não influenciou ($p>0,05$) o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) em nenhuma fase, demonstrando que o aumento de 1 °C na temperatura de incubação não comprometeu o desempenho de frangos de corte. Os resultados encontrados corroboram estudos anteriores em que não houve diferença significativa para os parâmetros de desempenho de frangos de corte quando a temperatura de incubação foi aumentada (Givisiez et al., 2001; Barri et al., 2011). No entanto, ainda há controvérsias sobre o efeito da manipulação térmica da incubação sobre a aquisição da termotolerância.

Animais criados em condições de termoneutralidade apresentaram maior CR, maior GP e melhor CA ($p<0,05$) quando comparados com os animais criados em condições de estresse térmico. Aos 28, 35 e 42 dias de idade, o CR das aves mantidas no ambiente de estresse foi reduzido em 26,6, 32,8 e 34,4% em comparação aos animais criados em termoneutralidade. A diminuição na ingestão alimentar pode estar relacionada com a idade, visto que aves mais velhas são mais sensíveis a extremos de temperatura, justificando o maior percentual de redução da ingestão alimentar. Além disso, as aves mantidas no ambiente termoneutro apresentaram redução no ganho de

peso de 40,2, 39,7 e 39,3%, respectivamente. A redução do consumo de ração é uma das primeiras respostas ao estresse e que apresenta influência direta sobre o ganho de peso, conversão alimentar e composição da carcaça (Oliveira et al., 2006; Cotrim, 2010).

Tabela 3. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e Conversão alimentar (CA) de frangos de corte nas diferentes fases e no período total de criação, submetidos ou não a estresse por calor durante a incubação e a criação. Cada valor representa média \pm desvio padrão de 3 repetições por tratamento

21-28 d			
Temperatura de incubação	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)
37,7 °C	0,72 \pm 0,11	0,39 \pm 0,10	1,85 \pm 0,18
38,7 °C	0,74 \pm 0,11	0,41 \pm 0,10	1,80 \pm 0,21
Temperatura de criação			
Termoneutro (25 °C)	0,85 \pm 0,01a	0,50 \pm 0,02a	1,70 \pm 0,06b
Estresse (33 °C)	0,62 \pm 0,11b	0,30 \pm 0,05b	2,07 \pm 0,09a
CV (%)	14,66	13,71	5,5
28-35 d			
Temperatura de incubação	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA (g/kg)
37,7 °C	1,00 \pm 0,22	0,50 \pm 0,16	2,00 \pm 0,12
38,7 °C	1,00 \pm 0,18	0,51 \pm 0,11	1,96 \pm 0,10
Temperatura de criação			
Termoneutro (25 °C)	1,20 \pm 0,03a	0,63 \pm 0,02a	1,90 \pm 0,03b
Estresse (33 °C)	0,81 \pm 0,09b	0,38 \pm 0,04b	2,13 \pm 0,09a
CV (%)	10,16	9,21	2,74
35-42 d			
Temperatura de incubação	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA (kg/kg)
37,7 °C	1,10 \pm 0,26	0,54 \pm 0,15	2,04 \pm 0,08
38,7 °C	1,17 \pm 0,21	0,57 \pm 0,12	2,05 \pm 0,08
Temperatura de criação			
Termoneutro (25 °C)	1,37 \pm 0,02 a	0,69 \pm 0,01a	1,99 \pm 0,02b

Estresse (33 °C)	0,90 ± 0,10 b	0,42 ± 0,04 b	2,14 ± 0,05a
CV (%)	9,34	8,39	3,07
21-42 d			
Temperatura de incubação	CR (kg/ave)	GP (kg/ave)	CA (kg/kg)
37,7 °C	2,82 ± 0,60	1,43 ± 0,38	1,97 ± 0,12
38,7 °C	2,92 ± 0,49	1,49 ± 0,34	1,96 ± 0,13
Temperatura de criação			
Termoneutro (25 °C)	3,42 ± 0,05 a	1,82 ± 0,03 a	1,88 ± 0,02 b
Estresse (33 °C)	2,33 ± 0,28 b	1,10 ± 0,13 b	2,12 ± 0,02 a
CV (%)	10,46	9,75	1,37

Médias seguidas de letras diferentes, em cada idade e para cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No período de 21 a 42 dias de idade, observou-se diminuição de 31,9% no CR e redução no GP de 39,7% dos animais criados em condições de estresse por calor quando comparado com os animais mantidos em ambiente termoneutro. Medeiros et al. (2005) observaram redução de 43% na ingestão de ração com comprometimento de 67% no ganho de peso quando as aves foram submetidas a ambientes quentes.

Os resultados corroboram os de Oliveira et al. (2006) que, ao avaliarem o efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias, observaram que temperaturas de criação inferiores a 24 °C e superiores a 26,3 °C influenciam negativamente o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. De modo semelhante, Hu & Guo (2008), descreveram redução no consumo de ração, ganho de peso e aumento da conversão alimentar ao simular o efeito do estresse com dexametasona.

Em situação de estresse, a diminuição do consumo de ração é um mecanismo fisiológico que as aves utilizam na tentativa de diminuir o incremento calórico produzido durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes. Há ainda comprometimento no ganho de peso porque parte da energia que seria utilizada para produção de músculo passa a ser direcionada para manutenção da homeostasia corporal, com consequente piora da conversão alimentar. Além disso, o animal ainda gasta energia para dissipar o calor metabólico no intuito de manter a homeotermia. Com isso, menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Lin et al., 2005; Abu-Dieyeh, 2006).

Faria Filho (2006) considera que aproximadamente 60% da redução do ganho de peso é atribuído ao baixo consumo de ração gerado pela exposição ao calor e que os 40% restantes são devido aos efeitos diretos da temperatura sobre o metabolismo das aves. Quinteiro-Filho et al. (2010) observaram redução de 20,80% no consumo de ração

e de 25,15% no GP em aves submetidas a 31 °C por 10 horas ao dia, entre 35 e 42 dias. A redução no consumo foi de 20,91% e no GP foi de 41,18% quando a temperatura de estresse foi 36°C. Desse modo, verifica-se que o aumento da intensidade do estresse compromete o GP, justificado por maior exigência energética para manutenção da homeostasia.

A baixa ingestão de alimentos observada pode ainda ser justificada pela diminuição do metabolismo; durante o estresse por calor ocorre decréscimo dos níveis plasmáticos de T3 e T4 (Kataria et al., 2008). Dahlke et al. (2005) ainda afirmam que a atividade dos hormônios tireoideanos está envolvida com o ambiente térmico em que as aves estão inseridas, podendo aumentar a secreção de T3 e T4 sob temperaturas baixas e diminuir as concentrações plasmáticas destes hormônios sob estresse por calor. A diminuição do metabolismo é uma das respostas que o animal utiliza como estratégia para reduzir a produção de calor endógeno. Tal estratégia compromete diretamente o desempenho das aves, pois o menor consumo de ração induz à mobilização de reservas corporais e reflete em menor ganho de peso e piora na conversão alimentar.

Um dos argumentos para o comprometimento no ganho de peso pode ser atribuído à ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal que ocorre durante exposição prolongada ao estresse por calor. A corticosterona, hormônio catabólico, é responsável por promover alterações metabólicas no organismo da ave, estimulando o processo de glicogenólise no fígado e nos músculos e da lipólise no tecido adiposo; há ainda estímulo de liberação de glicose pelo processo de gliconeogênese para aumentar os níveis de glicose circulante (Virden & Kidd, 2009).

Aves submetidas ao tratamento térmico durante a embriogênese obtiveram maior altura de vilosidade e relação vilosidade:cripta, além de menor profundidade de cripta quando comparado com o grupo que não teve sua temperatura de incubação manipulada (Tabela 4).

Tabela 4. Altura de vilosidade (AV, μm), profundidade de cripta (PC, μm) e relação vilosidade:cripta (V:C, $\mu\text{m}/\mu\text{m}$) no jejuno de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos ou não a estresse por calor durante a incubação

Temperatura de incubação	AV	PC	V:C
37,7 °C	759,22 \pm 63,78 b	100,43 \pm 10,17 a	7,57 \pm 0,21 b
38,7 °C	818,82 \pm 63,34 a	92,93 \pm 8,93 b	8,83 \pm 0,18 a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O aumento da altura de vilosidade e relação vilo:cripta, observado no grupo de aves submetidos ao estresse na incubação, poderia estar relacionado ao aumento da taxa de absorção do saco vitelínico, visto que animais submetidos a estresse na incubação apresentam metabolismo acelerado e o requerimento de glicose é aumentado (Molenaar et al., 2013), fazendo com os animais tendam a utilizarem mais rapidamente os nutrientes do saco vitelínico. Resultados semelhantes foram relatados por Barri et al. (2011), que observaram aumento na relação vilo:cripta no íleo aos 6 dias pós-eclosão e justificaram que o aumento observado possivelmente ocorreu devido a maior utilização da gema residual.

Houve interação ($p < 0,05$) da temperatura de incubação e a temperatura de criação para altura de vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo:cripta no jejuno em todas as idades avaliadas (Tabela 5).

Tabela 5. Altura de vilosidade (AV, μm), profundidade de cripta (PC, μm) e relação vilosidade:cripta (V:C, $\mu\text{m}/\mu\text{m}$) no jejuno de frangos de corte aos 28, 35 e 42 dias submetidos a estresse por calor durante a incubação e a criação

Temperatura de incubação		Temperatura de criação					
		28 dias		35 dias		42 dias	
		25 °C	33 °C	25 °C	33 °C	25 °C	33 °C
Altura de vilosidade (µm)	37,7 °C	887,32 Ba	776,39 Bb	890,51Ba	744,09Bb	1040,22 Ba	866,90 Bb
	38,7 °C	1057,92 Aa	850,24 Ab	962,38Aa	778,70Ab	1169,60 Aa	996,62 Ab
PC (µm)	37,7 °C	94,83 Aa	80,48 Bb	64,31 Ba	58,94 Bb	44,88 Ab	51,19 Ba
	38,7 °C	88,10 Bb	93,91 Aa	71,83 Ab	77,94 Aa	42,74 Ab	57,71 Aa
V:C (µm)	37,7 °C	9,56 Ba	9,68 Aa	14,22 Aa	12,80 Ab	20,45 Ba	12,76 Bb
	38,7 °C	12,13 Aa	9,18 Ab	13,56 Ba	10,15 Bb	27,80 Aa	17,14 Ab

Para cada fator e idade, médias seguidas de letras semelhantes, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Independente do tratamento de incubação, animais mantidos em ambiente de estresse por calor na criação apresentaram redução no comprimento de vilosidades em todas as idades, além de aumento da profundidade de cripta e redução da relação vilo:cripta quando comparado com os animais mantidos sob condições de termoneutralidade, demonstrando a influência negativa das altas temperaturas sobre a integridade intestinal. Houve exceções, de tal forma que a profundidade de cripta diminuiu em animais incubados em temperatura ideal (37,7 °C) e mantidos em alta temperatura de criação aos 28 e 35 dias de idade; a relação vilosidade:cripta também não sofreu alteração entre animais incubados em temperatura ideal e criados em termoneutralidade ou temperatura alta.

Os resultados corroboram Li et al. (2009) que relataram que a maior intensidade do estresse simulado por injeção de dexametasona em frangos de corte prejudicou a morfologia intestinal com diminuição na altura de vilosidade e relação vilo:cripta, além de aumento na profundidade de cripta. De forma semelhante, Marchini et al. (2009) citam que altas temperaturas cíclicas durante a criação também apresentam efeito negativo sobre a estrutura da mucosa duodenal e redução de aproximadamente 7% do peso corporal no final do ciclo produtivo.

O menor desenvolvimento da mucosa intestinal pode estar relacionado com a diminuição do consumo, pois a presença do alimento no trato gastrointestinal atua como agente trófico no desenvolvimento. De fato, quando os animais são submetidos a algum tipo de restrição ou a estresse por calor, apresentam menor altura de vilosidade quando comparados aos animais em situação de termoneutralidade e sem restrição, demonstrando que a alta temperatura e a redução do alimento na mucosa são fatores determinantes e fundamentais para o desenvolvimento morfométrico da mucosa intestinal (Piva, 2008).

O aumento observado na profundidade de cripta em situação de estresse é uma resposta fisiológica do animal que apresenta elevada atividade mitótica para renovação celular do epitélio como tentativa de manter a integridade intestinal intacta. No entanto, essa resposta desequilibra o processo de renovação, pois uma taxa elevada de extrusão pode acarretar em perda total ou parcial do epitélio do vilo (Boleli et al., 2003), fato não observado no presente trabalho.

Thimotheo et al. (2013) avaliaram o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos mantidos em dois diferentes espaços de confinamento até os 55 dias de idade e verificaram que o aumento da profundidade de cripta ocorreu em conjunto com a taxa

de extrusão, mostrando a forte relação existente entre esses dois parâmetros. Os resultados encontrados não se assemelham aos de Hu & Guo (2008) que simularam o efeito do estresse através da injeção de dexametasona e encontraram redução na profundidade de cripta no jejuno e duodeno quando os animais foram submetidos a estresse térmico.

O aumento da temperatura durante o desenvolvimento embrionário resultou em aumento ($p < 0,05$) da altura de vilosidade em qualquer condição de criação e da profundidade de cripta em animais criados em altas temperaturas, para todas as idades. O aumento da profundidade da cripta é proporcional à altura de vilosidade, pois a região da cripta responde por aproximadamente 55% da proliferação celular e à medida que ocorre aumento no comprimento dos vilos a atividade mitótica tende a aumentar (Boleli et al., 2003). Em situação de estresse por calor na criação, foi observado aumento da profundidade de cripta dos animais que receberam o tratamento térmico na incubação, indicando que o animal está apto a responder à injúria que o estresse causa na vilosidade, de tal forma que não é observada piora na altura de vilosidade nesses animais, no presente estudo. O resultado final foi a manutenção da relação vilosidade:cripta aos 28 dias e aumento aos 42 dias, mostrando que animais incubados no calor responderam melhor ao calor na criação quando comparados com animais incubados na temperatura normal, pois a relação vilosidade:cripta nestes animais diminuiu aos 35 e 42 dias de idade.

McBride & Kelly (1990) estimam que 20% da energia bruta consumida pelo animal é destinada para manutenção fisiológica da integridade do epitélio intestinal. Desse modo, o maior crescimento da mucosa intestinal observado em animais incubados no estresse não esteve diretamente relacionado com melhor desempenho, pois o gasto energético para manutenção da mucosa tende a aumentar e parte da energia que seria utilizada para a produção é então revertida para manutenção e reparo do epitélio intestinal. Barri et al. (2011) afirmam que as mudanças ocorridas na morfologia e expressão de transportadores de nutrientes podem não resultar em diferenças no desempenho, devido ao aumento da utilização da energia para o metabolismo e outras respostas fisiológicas.

Não houve interação ($p < 0,05$) da temperatura de incubação e a temperatura de criação para os parâmetros fisiológicos, portanto, os dados estão apresentados para efeitos principais (Tabela 6).

Tabela 6. Temperatura (°C) cloacal (CLO), cabeça (CAB), pescoço (PESC), dorso (DOR), perna (PER) e de asa (ASA) e frequência respiratória (movimentos/min) de frangos de corte no período de 21 a 42 dias, submetidos ou não a estresse térmico na incubação e criação

Incubação	CLO	CAB	PESC	DOR	PER	ASA	FR
37,7 °C	42,13 a	32,63 a	33,99 a	32,72 a	34,42 a	39,16 a	72,03a
38,7 °C	42,01 b	32,13 b	32,33 b	31,86 b	34,77 a	38,93 a	71,03a
Criação							
25 °C	41,53 b	30,02 b	29,89 b	29,13 b	33,24 b	37,74 b	51,37 b
33 °C	42,61 a	34,74 a	35,43 a	35,45 a	35,96 a	40,35 a	91,70 a

Dentro de cada fator, médias seguidas das letras diferentes na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve aumento ($p < 0,05$) na temperatura cloacal e de superfície da cabeça, pescoço, dorso, perna, asa e aumento da frequência respiratória em aves mantidas no ambiente de estresse crônico por calor quando comparadas com as aves mantidas em ambiente termoneutro. Os parâmetros de temperatura corporal e frequência respiratória tendem a apresentar maiores médias à medida que aumenta o tempo de exposição das aves a uma situação de estresse por calor (Silva et al., 2007).

Os resultados encontrados corroboram Medeiros et al. (2005), que analisaram o efeito da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte e observaram que, ao comparar as aves submetidas a condições de estresse por calor com animais mantidos em condições de termoneutralidade, há um aumento de 1,3 °C na temperatura retal, 2,8 °C na temperatura corporal e considerável aumento da frequência respiratória. De forma semelhante, Chowdhury et al. (2012), ao avaliar as respostas fisiológicas de pintos em altas temperaturas verificaram que a temperatura cloacal tende a se elevar com a exposição das aves ao calor, sendo observado significativo aumento após 4 horas a uma temperatura de 40°C.

O aumento da frequência respiratória está associado à reposta do animal para manter a homeotermia por meio da perda de calor por evaporação através do ofego (Marchini et al., 2007). No entanto, tal estratégia, embora seja fundamental para o resfriamento e manutenção da homeotermia, resulta na dissipação excessiva de dióxido de carbono, podendo causar desequilíbrio metabólico, como a alcalose respiratória (Matos et al., 2009). A alcalose respiratória é uma desordem metabólica que ocorre em função do aumento da frequência respiratória que resulta em perdas excessivas de

dióxido de carbono, ácido carbônico e hidrogênio levando a alteração do equilíbrio ácido-básico da ave (Borges et al., 2003).

O aumento da temperatura da perna observada nos animais submetidos a estresse quando comparado com animais do ambiente termoneutro era esperado, visto que por ser a área sem penas do corpo da ave, tende a apresentar aumento rápido como resposta as mudanças de temperatura. Resultados foram encontrados no trabalho de Nääs et al. (2010) que justificaram o aumento da temperatura da perna pelo elevado fluxo sanguíneo nessas áreas que consequentemente facilita o processo de perda de calor.

Por outro lado, o condicionamento térmico durante a embriogênese promoveu redução nos parâmetros de temperatura cloacal (TCLO), superfície da cabeça (TCAB), pescoço (TPESC) e dorso (TDOR) quando comparado com o grupo de aves que não tiveram sua temperatura de incubação manipulada. Marchini et al. (2007) afirmam que o aumento da temperatura de superfície pode ser indicativo de que as aves tiveram menor tolerância ao calor. Desse modo, os resultados do presente estudo sugerem que a alta temperatura de incubação promoveu adaptação fisiológica do animal, tornando os animais mais adaptados a temperaturas elevadas, isso porque as aves tendem a produzir menos calor e apresentam maior rapidez em dissipar o calor produzido para manutenção da homeostasia.

Corroborando esses dados, aves oriundas de incubação em alta temperatura mostraram aumento mais lento na temperatura colônica quando submetidas a estresse térmico agudo no final da criação (42d) e começaram a ofegar mais tarde quando comparadas com as aves criadas no ambiente frio, sugerindo maior tolerância ao calor (Givisiez et al., 2003).

Yalçın et al. (2005) avaliaram os efeitos da idade da matriz e o condicionamento térmico como forma de induzir a termotolerância em frangos de corte e verificaram que a temperatura de incubação não apresentou nenhum efeito sobre a temperatura retal de frangos aos 28 dias. No entanto, observaram que frangos oriundos de matrizes mais velhas apresentaram maiores valores de temperatura retal quando comparados com os frangos oriundos de matrizes mais jovens, tornando-os mais sensíveis ao calor. Portanto, a idade da matriz pode ter papel fundamental na capacidade de regulação térmica dos frangos.

Para as variáveis comportamentais, não houve interação ($p > 0,05$) da temperatura de incubação e a temperatura de criação (Tabela 7).

Tabela 7. Comportamento ingestivo, termorregulatório e social de frangos de corte submetidos ou não a estresse térmico na criação e na incubação

Variáveis comportamentais	Temperatura de criação			Temperatura de incubação		
	25 °C	33 °C	X ²	37,7 °C	38,7 °C	X ²
Comportamento ingestivo						
Tempo de ingestão de ração (min)	7,13 a	3,15 b	11,31	4,73	5,55	0,40
Frequência de ingestão de ração (n)	5,66 a	4,37 b	8,45	4,08 b	5,95 a	8,45
Frequência de ingestão de água (n)	4,25 b	6,50 a	11,64	5,00	5,75	1,51
Comportamento termorregulatório						
Tempo de permanência em pé (min)	9,28 a	5,18 b	10,14	8,30	6,16	2,28
Deitado sobre dois membros (min)	41,91 a	41,24 a	0,09	39,96	43,19	1,73
Deitado com asas abertas (min)	0,72 b	9,41 a	24,10	6,04	4,09	0,49
Comportamento social						
Agressividade (n)	0,25 b	0,87 a	8,83	0,58	0,54	0,04
Investigar penas (n)	10,20 a	9,04 a	1,70	9,83	9,41	0,22
Explorando ambiente (n)	2,62 a	0 b	87,34	1,08	1,54	1,93
Dispersão (n)	0 b	2,29 a	76,25	1,08	1,54	0,16
Bicar (n)	5,16 a	5,83 a	0,97	5,29	5,70	0,38

Médias seguidas de diferentes letras, na linha, diferem (P<0,01) pelo teste do qui-quadrado. X²: valor do qui-quadrado.

Aves submetidas a estresse crônico por calor na criação apresentaram diminuição no tempo e na frequência de ingestão de ração quando comparado com as aves mantidas em ambiente termoneutro, como forma de evitar acréscimo de calor produzido. Essa estratégia comportamental tem efeito negativo direto sobre desempenho das aves, pois em situações de estresse térmico a exigência energética para dissipar calor aumenta e como consequência o ganho de peso é prejudicado. Mack et al. (2013) mencionam que, em situação de conforto, 60% da energia ingerida é destinada para manutenção da taxa metabólica. Como em situação de estresse a primeira resposta do animal é a redução da ingestão de ração e aumenta-se ainda exigência energética do animal, as aves cessam as funções biológicas que não são essenciais pra sua sobrevivência, como a produção.

Por outro lado, observou-se um aumento na procura por água pelas aves mantidas em ambiente de estresse térmico por calor, que pode ser atribuído a mecanismos refrigeradores que estão envolvidos na termorregulação das aves (Furlan & Macari, 2002). No entanto, o aumento no consumo de água proporciona aumento na taxa de passagem e diminuição da capacidade de digestão e absorção de nutrientes. Além disso, as fezes tendem a ficar líquidas aumentando a umidade da cama, elevando a concentração de amônia no ar e tornando o ambiente ainda mais prejudicial para que o animal consiga expressar o seu máximo potencial produtivo (Medeiros et al., 2005).

Resultados semelhantes foram encontrados por Mack et al. (2013) que observaram redução no tempo de consumo e aumento na ingestão de água por aves submetidas a elevadas temperaturas. Nääs et al. (2012) ainda observaram, ao analisar o comportamento de frangos de corte por meio de imagens, que aves criadas em ambiente termoneutro passam mais tempo na área do comedouro e as aves mantidas em condições de estresse térmico passam maior parte do tempo na área dos bebedouros.

Com relação ao comportamento termorregulatório, os animais mantidos em condições de termoneutralidade apresentaram aumento no tempo de permanência em pé quando comparado com as aves submetidas a estresse por calor. No entanto, aves mantidas a 33 °C passaram mais tempo na posição deitada com as asas abertas (deitado 2). O comportamento de permanecer mais tempo deitada com as asas abertas é caracterizado como desconforto, visto que essa é uma estratégia de aumentar a área corporal para troca de calor com o ambiente (Carvalho et al., 2013).

Pereira et al. (2006), ao analisarem o comportamento de matrizes pesadas quanto à preferência do ambiente térmico observaram que em temperaturas elevadas, há redução na atividade física das aves. Barbosa Filho et al. (2007), ao avaliarem o

comportamento de aves, observaram que durante o estresse térmico, as aves diminuem a atividade permanecendo mais tempo sentadas e paradas.

Em situação de estresse, uma das respostas fisiológicas compensatórias das aves é o aumento da vasodilatação periférica, com consequente aumento da perda de calor não evaporativo (Borges et al., 2003). Assim, as aves ficam deitadas com as asas abertas a fim de aumentar a área de superfície corporal e o fluxo de calor para regiões que não possuem cobertura de penas para maximizar a dissipação de calor (Medeiros et al., 2005), além de eriçar as penas intensificando a circulação periférica (Borges et al., 2003). Corroborando esses dados, Mack et al. (2013) observaram que em situação de estresse as aves passam a maior parte do tempo deitadas e com as asas abertas como tentativa de aumentar a superfície para dissipar o calor produzido.

O comportamento social foi influenciado ($p < 0,05$) pelo aumento da temperatura de criação, sendo que as aves apresentaram maior frequência de agressividade, dispersão e movimento de estresse. Por outro lado, aves mantidas em ambiente termoneutro apresentaram maiores frequências para as variáveis de explorar o ambiente e movimentos de conforto. Em situação de estresse, as aves tendem a ficar dispersas como estratégia para permitir melhor ventilação da superfície corporal e evitar o recebimento de calor das outras aves, melhorando a perda de calor por radiação (Medeiros, et al. 2005; Cordeiro et al., 2011).

Os comportamentos termorregulatórios e sociais não foram influenciados ($p > 0,05$) pelo tratamento de incubação (Tabela 7), exceto para frequência de alimentação ($p < 0,05$), de tal forma que houve aumento da frequência de procura por alimento das aves que receberam o tratamento térmico na incubação em relação ao grupo controle. O aumento do número de visitas ao comedouro poderia ser visto como estratégia comportamental positiva, em que fosse menor a inibição do consumo de ração sob estresse. No entanto, apesar de maior número de visitas e tempo semelhante de ingestão de alimento, o consumo total de ração foi menor ($p < 0,05$) do que aves controle. Não há trabalhos que avaliem o comportamento de aves durante a criação após terem sido submetidas a tratamentos térmicos na incubação, portanto, o possível efeito da temperatura de incubação sobre o comportamento ingestivo pós-eclosão antes e durante o estresse deverá ser avaliado de forma mais aprofundada.

A manipulação térmica durante a incubação tem potencial para ser aplicada como estratégia de manejo capaz de induzir adaptações na termorregulação das aves, devendo, portanto ser estudada de forma mais aprofundada, uma vez que ainda há controvérsias

sobre seu efeito na aquisição da termotolerância. Assim, devem ainda ser determinados, através de estudos científicos, o período, a duração e amplitude da manipulação da temperatura de incubação que promovam a adaptação epigenética e melhoria nos índices zootécnicos da incubação e pós-eclosão (Willemsen et al., 2010).

5. CONCLUSÕES

A manipulação térmica durante a incubação além de não influenciar os parâmetros de incubação e peso dos pintainhos nascidos, induz a adaptações nas variáveis fisiológicas quando as aves são mantidas em temperatura de estresse térmico pós-eclosão, sem interferência no comportamento e no desempenho produtivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of chronic heat stress and long-term feed restriction on broiler performance. **International Journal of Poultry Science**, v. 1, 2006.

BARBOSA FILHO, J. A. D., SILVA, I. J. O., SILVA, M. A. N., SILVA, C. J. M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 93-99, 2007.

BARRI, A. **Effects of incubation temperature and transportation stress on yolk utilization, small intestine development, and post-hatch performance of high-yield broiler chicks**. 201 p. 2008. Tese (Doutorado em fisiologia). Virginia Polytechnic Institute and State University.

BARRI, A. et al. Effect of incubation temperature on nutrient transporters and small intestine morphology of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 118–125, 2011.

BOLELI, I.C. Estresse, mortalidade e malformações embrionárias. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.) **Manejo da incubação**. 2. ed. Jaboticabal: FACTA, 2003. p. 180-198.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: Macari, M.; Furlan, R. L.; Gonzales, E. (Ed.). **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 75-92.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. DA. Heat stress physiology and eletrolytes for broilers. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975–981. 2003.

CARVALHO, G.B. et al. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.4, p.785-797, 2013.

CHOWDHURY, V. S., TOMONAGA, S., NISHIMURA, S., TABATA, S., FURUSE, M. Physiological and behavioral responses of young chicks to high ambient temperature. **J. Poult. Sci.**, 49: 212-218, 2012.

COLLIN, A.; BERRI, C.; TESSERAUD, S.; REQUENA RODO'N, F. E.; SKIBA-CASSY, S.; CROCHET, S.; DUCLOS, M. J.; RIDEAU, N.; TONA, K.; BUYSE, J.; BRUGGEMAN, V.; DECUYPERE, E.; PICARD, M.; YAHAV, S. Effects of Thermal Manipulation During Early and Late Embryogenesis on Thermotolerance

and Breast Muscle Characteristics in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.86, p.795–800, 2007.

CORDEIRO, B. M.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J. N.; VIGODERIS, R. B.; PINTO, F. A. C.; CECOM, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p 217-224, 2010.

CORDEIRO, M.B. et al. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Rev. Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.418-426, 2011.

COTRIM, W. S. **Efeito da condição térmica de criação e de antibióticos na dieta sobre o desempenho e qualidade da carne de frangos de corte**. 2010. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DAHLKE, F. et al. Empenamento, níveis hormonais de triiodotironina e tiroxina e temperatura corporal de frangos de corte de diferentes genótipos criados em diferentes condições de temperatura. **Ciência Rural**, v.35, n.3, 2005.

DECUYPERE, E. et al. Fisiologia do embrião. In: MACARI, Marcos; GONZALES, Elizabeth. (Ed.) **Manejo da incubação**. 2. ed. Jaboticabal: FACTA, 2003. p. 67-86.

DIONELLO, N.J.L.; MACARI, M.; FERRO, J.A.; RUTZ, F.; FERRO, M.I.T.; FURLAN, L.R.; Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.79-85, 2002.

FARIA FILHO, D.E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição proteica para frangos expostos ao calor**. 82 p. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

FIGUEIREDO, D.F. **Efeito do estresse sobre a expressão da Hsp70 em embriões e a resposta imune pós-eclosão em frangos de corte**. 2006. 97 p. Tese (Doutorado), Produção Animal, Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

FURLAN, R.L; MACARI, M. Termorregulação. In: Macari, M.; Furlan, R. L.; Gonzales, E. (Ed.). **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 210-228.

GARRIGA, C. et al. Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. PMID: 16150838: **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 290, n. 1, p. 195–201, 2006.

GIVISIEZ, P. E. N. et al. Incubation and rearing temperature effects on Hsp70 levels and heat stress response in broilers. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 2, p. 213–220, 2003.

GIVISIEZ, P. E. N.; DA SILVA, M. M.; MAZZI, C. M.; et al. Heat or cold chronic stress affects organ weights and Hsp70 levels in chicken embryos. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 81, n. 1, p. 83–87, 2001.

HAMDY, A.M.M.; HENKEN, A.M.; VANDER HEL W. Effects of incubation humidity and hatching time on heat tolerance of neonatal chicks: Growth performance after heat exposure. **Poultry Science**; 70:1507-1515, 1991.

HARDY , M. P. et al. Stress hormone and male reproductive function. **Cell Tissue Res.** 322 :147 – 153, 2005.

HU, X.; GUO, Y. Corticosterone administration alters small intestinal morphology and function of broiler chickens. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** V. 21, N. 12 : 1773 – 1778, 2008.

KATARIA, N. et al. Ambient temperature associated variations in serum hormones and interrelated analytes of broiler chickens in arid tract. **Slov Vet Res.**, 2008.

LAY JR, D. C. Consequences of stress during development. In: G. P. Moberg and J. A. Mench (editors), **The biology of animal stress: basic principles for animal welfare**. Oxon: CABI Publishing, pp. 249 – 267, 2000.

LI, Y. et al. Effects of stress simulated by dexamethasone on jejunal glucose transport in broilers. **Poultry Science**, v. 88, n. 2, p. 330–337, 2009.

LIN, H. et al. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, p. 71-86, 2006.

LOURENS, A. et al. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. **Poultry Science**, v. 84, n. 6, p. 914–920, 2005.

MACK, L. A. et al. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 92, n. 2, p. 285–294, 2013.

MAIORKA, A. et al. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. **J. Appl. Poult. Res.**, 2003.

MAIORKA, A., FISCHER DA SILVA, A.V., SANTIN, E., BORGES, A. S., BOLELI, I. C., MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v 52, p. 487-490, 2000.

MARCHINI, C. F. P. et al. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1. p. 41- 46, 2007.

MARCHINI, C. F. P. et al. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.491-497, 2009.

MATOS, M.B. et al. Balanço eletrolítico e redução da proteína bruta da ração sobre parâmetros fisiológicos e sanguíneos de frangos de corte no calor. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 31, n.3, p. 243-249, 2009.

McBRIDE, B.W.; KELLY, J.M.. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2997-3010. 1990.

MEDEIROS, C.M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13. n.4, 277-286, 2005.

MOLENAAR, R.; VAN DEN BORNE, J. J. G. C. HAZEJAGER, E.; KRISTENSEN, N. B.; HEETKAMP, M. J. W.; MEIJERHOF, R.; KEMP,B.; VAN DEN BRAND, H. High environmental temperature increases glucose requirement in the developing chicken embryo. **PLoS ONE**, v.8, p. e59637, 2013.

NÄÄS, I. A., ROMANINI, C. E. B., NEVES, D. P. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v.67, n.5, p.497-502, 2010.

NÄÄS, I.A. et al. Image analysis for assessing broiler breeder behavior response to thermal environment. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.32, n.4, p.624-632, 2012.

NAZARENO, A.C. et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

OLIVEIRA NETO, A. R. DE et al. Effect of environment temperature on performance and carcass characteristics in broilers pair-fed and two levels of metabolizable energy. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n. 1, p. 183–190, 2000.

OLIVEIRA, G. A.; VAZ, R. G. M. V. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1398-1405, 2006.

PEREIRA, D. F., CURTO, F. P. F., NÄÄS, I. A. Diferenças nos comportamentos individuais quanto à preferência de uso de locais de matrizes pesadas em função do ambiente térmico. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v. 43, n. 6, p. 775-782, 2006.

PIESTUN, Y.; SHINDER, D.; RUZAL, M.; HALEVY, O.; BRAKE, J.; YAHAV, S. Thermal manipulations during broiler embryogenesis: effect on the acquisition of thermotolerance. **Poultry Science**, v.87, p.1516–1525, 2008.

PIVA, A.H. **Efeito da forma física da ração para Frangos de corte criados em diferentes temperaturas**. 2008. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal.

PORTO, M. L. **Efeito do estresse por calor e da adição de treonina e ácido glutâmico sobre o desempenho, morfometria intestinal e imunidade em frangos de corte**. 2012. 37 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba. Paraíba.

QUINTEIRO-FILHO, W. M. et al. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**. v. 89, n. 9, p. 1905–1914, 2010.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 186 p. 2011.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em Nutrição para Monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.

SAS, 2011. Statistical Analysis Systems Institute, **User's Guide**, version 9.3. NC:SAS Institute Inc. 2011, 8621p.

SCALA JÚNIOR, N. Aspectos físicos da incubação. In: MACARI, Marcos; GONZALES, E. (Ed.) **Manejo da incubação**. 2. ed. Jaboticabal: FACTA, 2003. p. 67-86.

SILVA, M. A. N. DA et al. Evaluation of thermal stress in simulated condition of transportation on broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 4, p. 1126–1130, 2007.

SILVA, M. A. N. et al. Influência do sistema de criação sobre o desenvolvimento, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, pag. 208-213, 2003.

THIMOTHEO, M. et al. Efeitos do espaço de alojamento e da idade sobre desenvolvimento, integridade e proteção da mucosa intestinal de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.1, p.112-118, 2013.

TZSCHENTKE, B. & BRAUNSCHWEIG, I. H. Temperature training” during the last days of incubation: a new method to improve poultry performance. **Lohmann information**, v. 45, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Assistat versão 7.7 beta, 2011.

VIRDEN, W. S.; KIDD, M. T. Physiological stress in broiler: Ramifications on nutrient digestibility and responses. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, p. 338-347, 2009.

WALSTRA, I. et al. Temperature manipulation during layer chick embryogenesis. **Poultry Science**, v. 89, n. 7, p. 1502–1508, 2010.

WILLEMSSEN, H. et al. High- and low-temperature manipulation during late incubation: effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. **Poultry Science**, v. 89, n. 12, p. 2678–2690, 2010.

YAHAV, S. et al. Thermal manipulations during broiler chick embryogenesis: effects of timing and temperature. **Poultry Science**, v. 83, n. 12, p. 1959–1963, 2004.

YALÇIM, S. et al. Pre- and postnatal conditioning induced thermotolerance on body weight, physiological responses and relative asymmetry of broilers originating from young and old breeder flocks. **Poultry Science**, v. 84, n. 6, p. 967–976, 2005.